



VERİ ZARFLAMA ANALİZİNE GİRİŞ

DR.ÖĞR.ÜYESİ SERPİL AYDIN



İşletmeler, amaçlarını gerçekleştirebilmek için, dış çevreden sağladıkları girdileri, belirli bir üretim teknolojisinden yararlanarak mal ve hizmet biçiminde çıktılara dönüştürmektedirler. Günümüzde yaşanan yoğun rekabet, ekonomik sıkıntılar ve girdi fiyatlarındaki yükselmeler nedeni ile işletmeler, kaynaklarını en etkin şekilde kullanmak için büyük çaba göstermektedirler. İşletmelerin kaynaklarını etkin kullanıp kullanmadıklarının belirlenebilmesi için en önemli göstergelerden biri, aynı sektör içerisinde bulunan işletmelerin gösterdikleri performanslardır. İşletmeler arasında yapılan karşılaştırmalar, işletmeler için çok önemli sonuçlar doğurmaktadır. İşletmeler arasındaki göreceli etkinlik ölçümleri ile, işletmelerin kaynaklarının ne kadarının israf edildiği anlaşılmaktadır.





İşletmeler arası görelî etkinlik ölçümünde kullanılan yöntemlerden en geniş uygulama alanına sahip olanı Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemidir. İlk kez 1978 yılında A. Charnes, W.W. Cooper ve E. Rhodes tarafından, eğitim sektöründe yapılan etkinlik analizleri ile ortaya çıkmıştır.

VZA yöntemi, aynı sektör içerisinde bulunan işletmelerin girdiye ve çıktıya yönelik olarak göreceli etkinlik değerlerinin ölçülmesini sağlayan, doğrusal programlamaya dayanan bir yöntemdir.

VZA modelleri, belirli bir çıktı düzeyinin minimum girdi ile sağlanması mantığı ile girdiye yönelik olarak ve belirli olan girdi düzeyi ile maksimum çıktının elde edilebilmesi mantığı ile çıktıya yönelik olarak kurulmaktadır.

Bu derste, VZA yönteminin dayandığı temeller ve yöntem teorik olarak incelenecektir. VZA ile ilgili temel kavramlar açıklanacak ve söz konusu kavramlar VZA yöntemi ile ilişkilendirilecektir. VZA'nın tanımı, kullanıldığı alanlar, işleyişi, girdiye ve çıktıya yönelik modellerin kuruluşu ve çözüm şekli açıklanacaktır. Ayrıca kesirli programlama modelinden, dual modellere kadar girdiye ve çıktıya yönelik olarak ilgili modellerin çözümlü örnekleri bulunmaktadır. Derste uygulama programı olarak **Max – DEA** kullanılacaktır.

01

Çıktı Göstergeleri

- Üretim miktarı
- Direkt işçilik verimliliği
- Fiilen çalışılan süre
- Boş süre
- Makine etkinliği

02

Maliyet Göstergeleri

- Gerçekleşen maliyetler
- Ürünün birim maliyeti
- Direkt işçilik maliyeti
- İşçi başına katma değer
- Hurda maliyeti

03

Finansal Performans Göstergeleri

- İşletme sermayesi ölçütleri
- Satış hasılatı ölçütleri
- Fon kullanım getirisi
- Hisse başına gelir

04

İnsan Kaynakları Göstergeleri

- Çalışanların tatmini
- Sigorta performansı
- İş gören devir hızı
- Devamsızlık
- Uzmanlık artışları
- Direkt İşçilik / Endirekt işçilik oranı

05

Kalite Göstergeleri

- Tüketici tatmini ve şikayetleri
- Teslimatların doğruluğu
- Hurda ve iade
- Faturaların doğruluğu
- Kalite standartlarına uygunluk

Temel Kavramlar



Verimlilik



Verimlilik temel olarak, belirli bir çıktının üretilebilmesi için üretim sürecinde kullanılan girdilerin ne ölçüde rasyonel kullanıldığını ortaya koyan bir göstergedir. Kısaca üretim esnasında kullanılan, işçilik, hammadde, makine ve teçhizat, enerji, su ve bunlar gibi üretim faktörleri (girdiler) ile üretim süreci sonunda elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki oranı anlatır.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

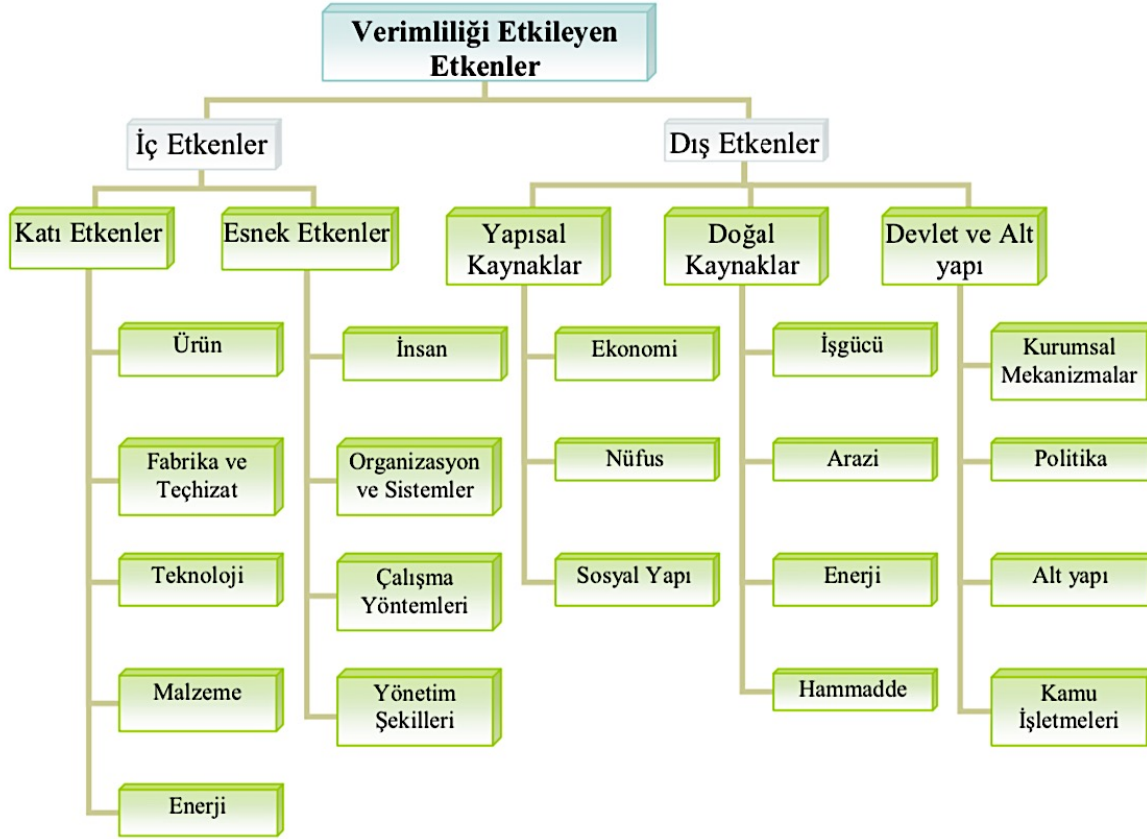
“Çıktı” bir üretim ya da hizmet sürecinin belli bir dönem sonunda üretilen ürün veya hizmeti, “Girdi” ise bu üretimi gerçekleştirmek amacıyla kullanılan üretim kaynaklarını göstermektedir.

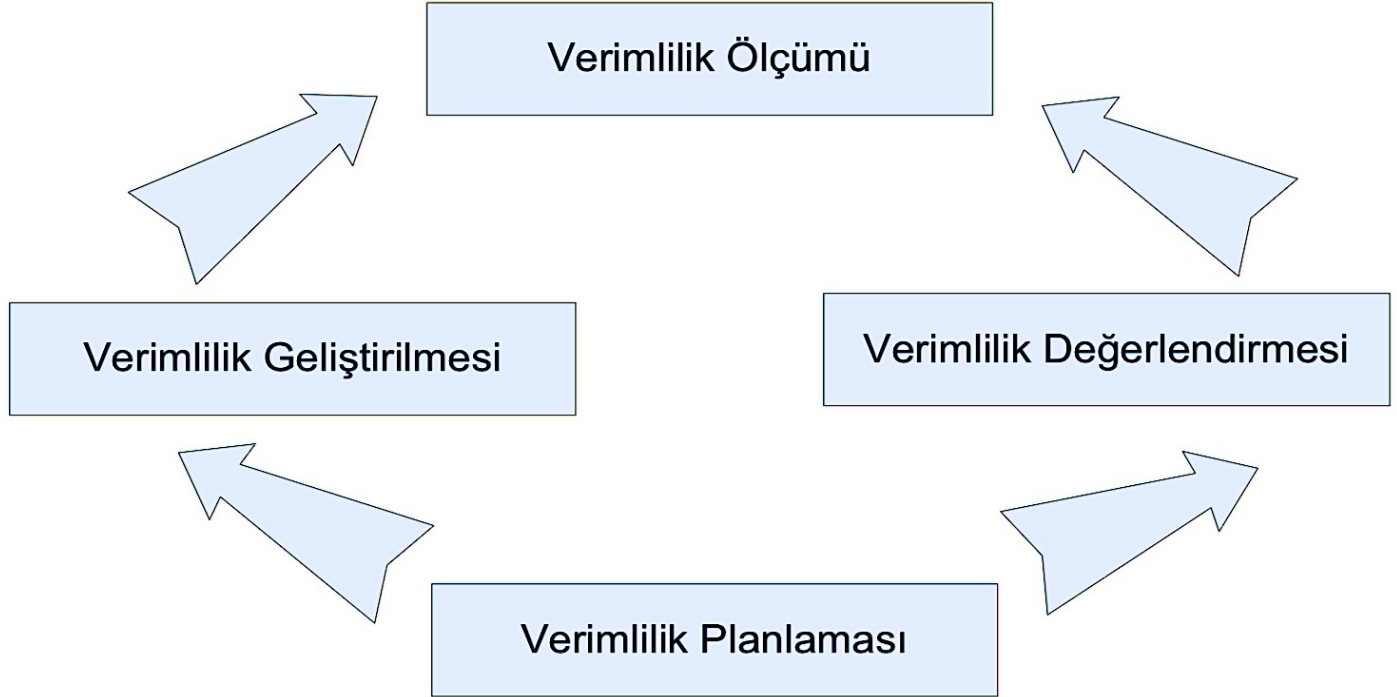
Verimlilik artışı beş şekilde oluşabilmektedir:

1. Daha az kaynak (girdi) kullanarak aynı düzeyde çıktı üretildiğinde,
2. Kullanılan kaynakların miktarı değişmeden daha çok sayıda çıktı üretildiğinde,
3. Daha az girdi ile daha çok çıktı üretildiğinde,
4. Girdilerde herhangi bir artış olduğunda çıktı miktarında daha büyük bir artış gerçekleştiğinde ve
5. Kullanılan girdi miktarındaki bir azalma sonucunda, çıktı miktarının daha küçük miktarda azalma gösterdiği durumda, verimlilik değerinde artışlar gözlenmektedir.



Verimlilikle ilgili tanımlamalara bakıldığında, tüm durumları kapsayan tek bir verimlilik tanımının bulunmadığı görülmektedir. İşletmeye, incelenen olaya ve istenilen amaca bağlı olarak uygun bir tanımlama yapmak mümkündür.





Verimlilik ölçümünde dikkate alınabilecek bazı esaslar vardır. Verimlilik ölçme sistemi için gerekli olabilecek unsurlar şunlar olabilir:

Hedefler: Ana hedeflere ne derecede ulaşılmaktadır?

Etkinlik: Mal ve hizmet üretimi için kullanılan üretim faktörleri ne ölçüde etkin kullanılmaktadır?

Etkililik: Girdi kullanımı ve çıktı üretiminde eldeki imkanlarla ne sağlanabilirdi, ne sağlandı?

Karşılaştırılabilirlik: İşletme verimlilik açısından diğer işletmelerle, sanayideki ve diğer ülkelerdeki işletmelerle karşılaştırılabilir özellikte midir?

Trendler: Zaman açısından verimlilik düzeyi, azalan, sabit veya artan hallerden hangisine sahiptir?



Üretim Fonksiyonu (Üretim Sınırı)

Üretim fonksiyonu, belirli bir dönemde, belirli bir mamulün üretimi için kullanılan üretim faktörleri ile (girdiler), üretim süreci sonunda elde edilen mamuller (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eder. Üretim fonksiyonunun bu geleneksel tanımlamasında sadece üretim miktarı ile kullanılan üretim faktörleri arasında bulunan fonksiyonel ilişki üzerinde durulmaktadır.

Matematiksel olarak üretim fonksiyonu, belirli bir miktardaki çıktının (Y), bu çıktıları üretmek için kullanılan belirli miktardaki girdilerin (X_n) bir fonksiyonu olduğunu anlatmaktadır. Teknik etkinlik kavramında, bir üretim fonksiyonu için, her uygun girdi bileşimi ile maksimum çıktının üretilebileceği veya üretilen tüm çıktıların minimum uygun girdi bileşimini kullandığı varsayılmaktadır.

Genel bir üretim fonksiyonu matematiksel bir bağıntı olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$Y_j = f_i (X_1, X_2, X_3, \dots, X_m)$$

Y_j : Üretim miktarı

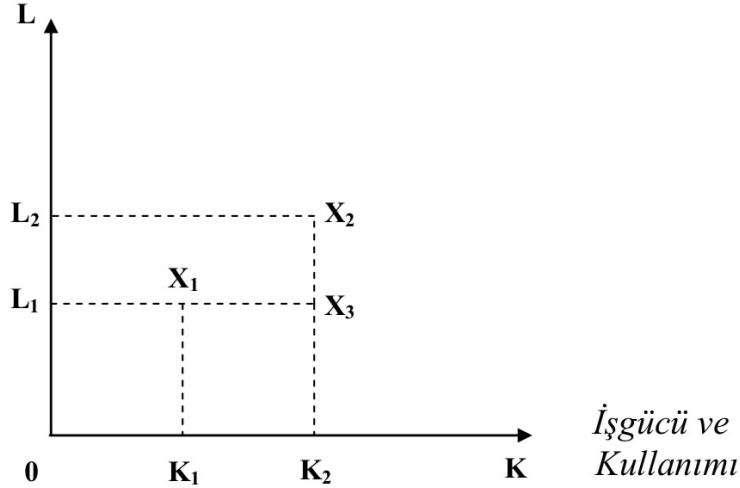
X_i : Üretime katılan faktörler

j : 1, 2,, s

i : 1, 2,, m

Burada f_i üretim miktarı ile üretim faktörlerinin miktarları arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Modelde s sayıda çıktı, m sayıda üretim faktörü kullanılarak üretilmektedir. Y üretilen mal ve hizmet miktarlarını, X_1, X_2, \dots, X_m ise üretim sürecinde kullanılan sermaye, işgücü, alan, enerji, hammadde, gibi üretim faktörlerini göstermektedir. Yani üretim süreci sonucunda elde edilen mal ve hizmetlerin akışı, sermaye, işgücü, alan, enerji ve hammadde gibi girdilerin akışlarının matematiksel bir fonksiyonu olmaktadır. Bu ilişkiyi üretim fonksiyonu tanımlamaktadır. Fonksiyonun sağ tarafında bulunan değişkenlere bakılarak üretimde kullanılan üretim faktörlerinin üretilen mal ve hizmetler içerisindeki kısmi verimlilik ölçüleri belirlenebilir.

Örneğin, iki üretim faktörü, işgücü ve sermaye kullanılarak üretilen bir üründe belirli bir üretim miktarını gerçekleştirebilmek için gereken iş gücü (L) ve sermaye (K) bileşimlerini gösterelim.



Şekildeki her nokta bir Y üretim miktarını gerçekleştirebilmek için kullanılan işgücü (L) ve sermaye (K) miktarlarını göstermektedir. X_1 girdi bileşimi en az girdi miktarları ile Y üretim miktarını gerçekleştiren üretim bileşimidir. Aralarında en etkin olanı X_1 dir.





Girdi - çıktı dönüşümü, bir üretim sürecindeki girdiler ve çıktılar arasındaki teknik ilişkiyi anlatan bir üretim sınırı ile belirlenebilir. Etkin üretim sınırı, verilen girdi bileşiminden elde edilebilecek optimal (ideal) çıktı düzeyini göstermektedir. Maksimum ve gerçekleşen çıktı düzeyleri arasındaki fark teknik etkinsizlik olarak adlandırılmaktadır. İşletme, sınır üzerinde üretim yapmıyorsa teknik olarak etkin değildir.

Üretim İmkanları Kümesi

Üretim sürecinde girdilerin çıktılara dönüşmesi olayının etkin bir şekilde sağlanabilmesi için belirli bir girdi bileşimi kullanılarak en çok çıktı miktarının elde edilmesi ya da belirli miktardaki çıktının en az miktarda girdi kullanılarak üretilmesi gerekmektedir. Üretim İmkanları Kümeleri ise belirli bir üretim fonksiyonu tarafından üretilmesi olası olan, etkin ya da etkin olmayan tüm girdi ve çıktı bileşimlerini içermektedir.

Yani, üretim sürecinde kullanılan girdi sayısı m ve üretilen çıktı sayısı p olmak üzere, üretim imkânları kümesi tüm mümkün girdilerin ve karşılık gelen tüm mümkün çıktılarının kümesi olarak tanımlanır. Böylelikle üretim imkânları kümesi tüm k karar birimi için tüm mümkün girdi-çıktı bileşimlerinin kümesidir.



Etkinlik analizine dahil edilecek olan karar verme birimi (KVB) sayısı n ile gösterilmektedir. Karşılaştırma yapılabilmesi için söz konusu olan karar birimlerinin birbirlerine benzer olmaları yani aynı türden girdileri kullanarak, aynı türden çıktılar üretmeleri gerekmektedir. Bu notasyona göre incelenen sistemde, s tane çıktı faktörü m tane girdi faktörü kullanılarak üretilmektedir. İncelenecek n tane karar birimi arasından, karar birimi j 'nin, $j = 1, 2, \dots, n$, kullandığı girdi i , $i = 1, 2, \dots, m$, miktarı X_{ij} ve ürettiği çıktı r , $r = 1, 2, \dots, s$, miktarı Y_{rj} olarak tanımlanmıştır. Var olan teknoloji ile gerçekleştirilmesi olası olan girdi-çıkıtı bileşimi (x, y) 'lerin kümesi olan Üretim İmkanları Kümesi, Ω , olarak tanımlanmaktadır.



Etkinlik ve Etkililik

Etkililik, elde edilen çıktıların planlanan çıktılarına ne derece yakın olduğunu gösteren bir kavramdır ve aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\text{Etkililik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Planlanan Çıktı}}$$

Etkinlik ise mevcut girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı üretmek olarak yorumlanmaktadır;

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Fiili miktar}}{\text{Standart miktar}}$$

Etkinlik oranının 1 olması istenir. Bu oranın 1 olması demek karar verme biriminin etkin olduğunu yani diğer karar verme birimlerine göre daha performanslı olduğu söylenir ve “**Etkin Karar Verme Birimi**” olarak adlandırılır.



ETKİLİLİK	KAYNAKLARIN KULLANIMI (ETKİNLİK)	
	KÖTÜ	İYİ
YÜKSEK	Etkili fakat etkin değil, bazı kaynaklar boşa gidiyor.	Hem etkili hem etkin, kaynaklar iyi kullanılıyor, performansı yüksek
DÜŞÜK	Ne etkili ne etkin, hem hedeflere ulaşılamıyor hem de kaynaklar boşa gidiyor.	Etkin fakat etkili değil, kaynak kullanımını iyi fakat hedeflere ulaşılamıyor.

Bir mont üreticisi işletme, günde 100 spor mont üretebilmektedir, fakat bir ay önce 100 birim üretmek için gerekli olan işçileri 5 kişi azaltmıştır. Eğer işgücü girdisindeki bu indirgeme spor montlardaki kusur oranının % 2'den % 7'ye yükselmesine neden oluyorsa, işletme hiçbir şey kazanamayacaktır. Gerçekte, yeniden çalışmanın ya da hurda oranının maliyeti, 5 işçinin azaltılmasından sağlanan maliyet indiriminden daha fazla olabilir. Kusurlu olan mamullerin oranı kabul edilebilir düzeyde olsa bile, montlarda stil veya beden olarak eksiklik yaşanabilir. Eğer azaltılan işgücü maliyetleri ikinci derece kaliteye yol açarsa, üretim belki daha etkin yapılmış gibi gözükebilir, fakat toplam verimlilik azalmış olur. İşletmeler, mükemmel etkinlik olmadan da yaşamlarını sürdürebilirler; bununla birlikte genellikle etkinsizlik durumu yaşıyorlarsa kapanma durumuna gelebilirler.





Bir işletmenin elinde bulunan girdi bileşimini en optimum şekilde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı **“teknik” etkinlik**, girdi ve çıktı fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısı **“tahsis” etkinliği** ve en uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı da **“ölçek” etkinliği** olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenlerin tümü, işletmenin genel **ekonomik etkinliğini** belirlemektedir.



Teknik Etkinlik

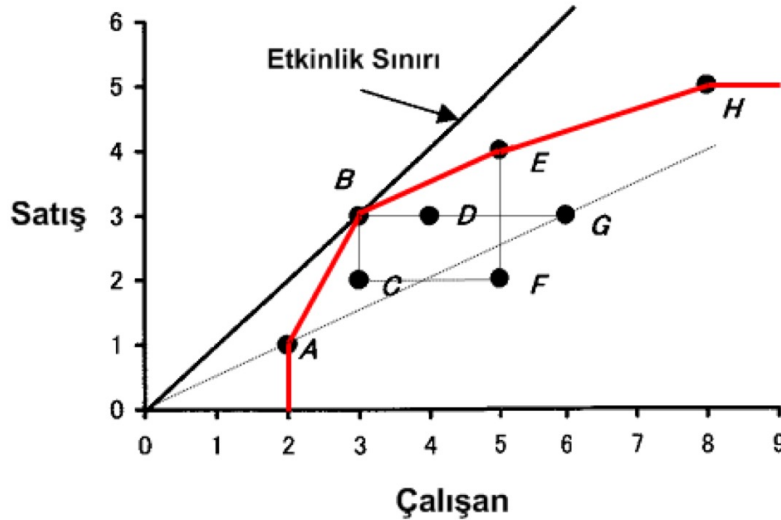
Üretim, girdilerin çıktılarına dönüştürülme sürecidir. Bu sürecin etkin olabilmesi mevcut teknoloji ve teknolojik değişme çerçevesinde, belirli bir girdi birleşiminin kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesine veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine bağlıdır. Teknik etkinlik girdi birleşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır.

Ölçek Etkinliği

Teknik etkinliğin yanı sıra bir başka performans ölçüm kriteri olarak, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık alınmaktadır. Bu kavram ölçek etkinliği olarak adlandırılmaktadır. Bir üretim sürecinde girdiler belli bir miktar arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış girdilerdeki artış oranından fazla ise **ölçeğe göre artan getiri**, çıktılardaki artış girdilerdeki artıştan az ise **ölçeğe göre azalan getiri** ve son olarak çıktılardaki artış miktarı ile girdilerdeki artış miktarı aynı olduğunda **ölçeğe göre sabit getiriden** bahsedilir.

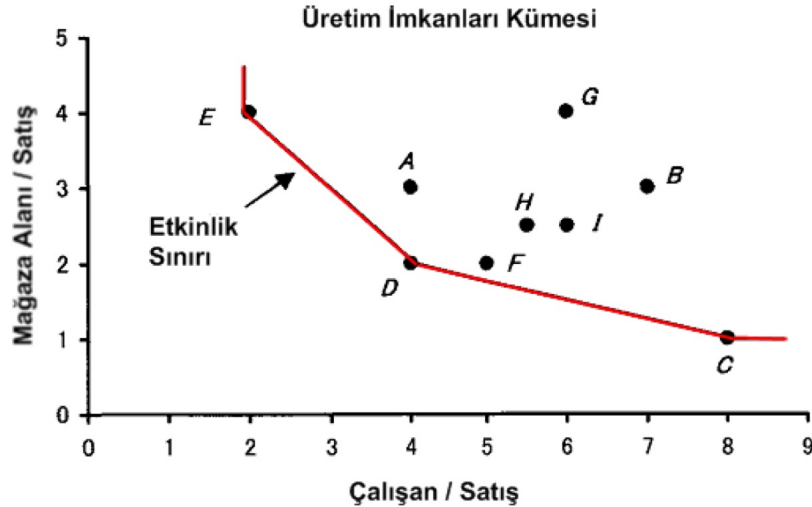
Tek Girdi ve Tek Çıktı Durumu

Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G	H
Çalışan	Girdi	2	3	3	4	5	5	6	8
Satış (100.000\$)	Çıktı	1	3	2	3	4	2	3	5
Satış/Çalışan	-	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

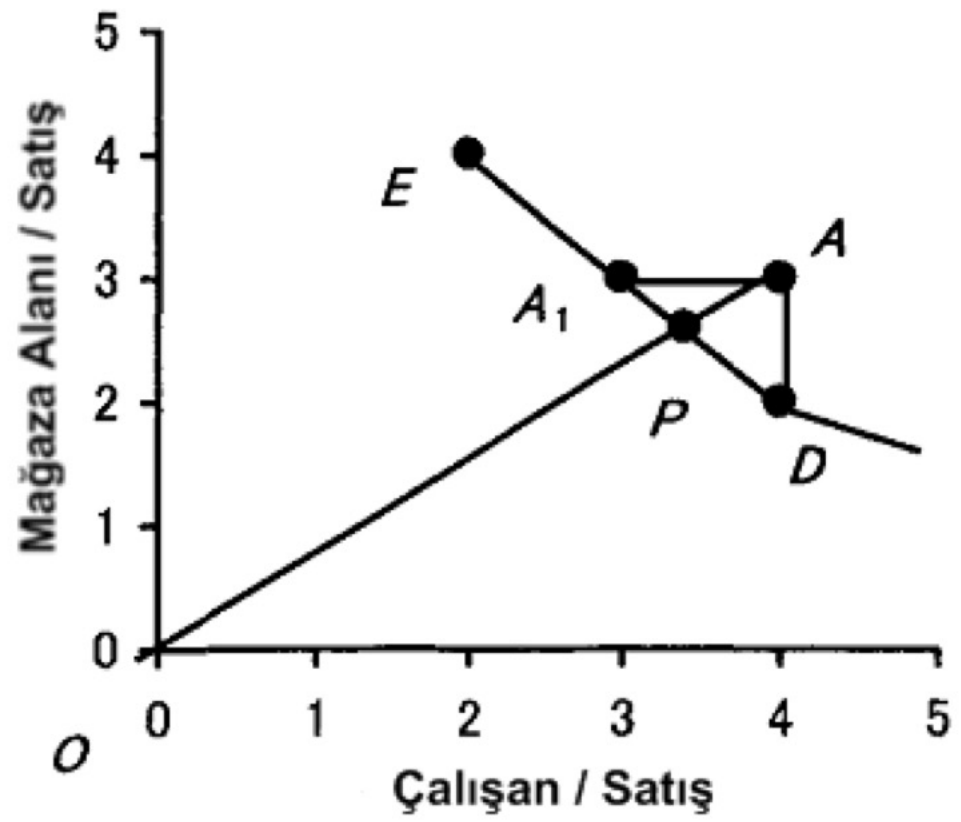


İki Girdi ve Tek Çıktı Durumu

Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Çalışan (x10)	Girdi 1	4	7	8	4	2	5	6	5,5	6
Mağaza Alanı (1000m ²)	Girdi 2	3	3	1	2	4	2	4	2,5	2,5
Satış (100.000\$)	Çıktı	1	1	1	1	1	1	1	1	1

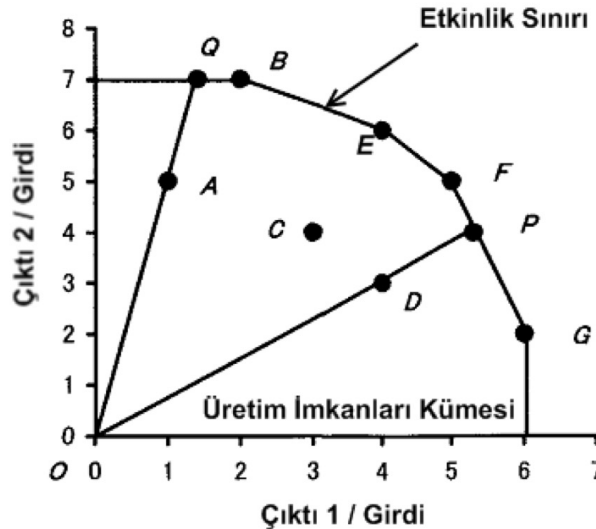


Örneğin A karar verme birimi etkin değildir. ($d(OP) / d(OA) = 0,8571$). Çünkü O'dan A'ya bir doğru çizdiğimizde bu doğru üretim imkânları kümesini P noktasında kesmektedir.



Tek Girdi ve İki Çıktı Durumu

Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G
Çalışan	Girdi	1	1	1	1	1	1	1
Müşteri (x10)	Çıktı 1	1	2	3	4	4	5	6
Satış (100.000\$)	Çıktı 2	5	7	4	3	6	5	2



Örneğin D karar verme birimi için etkinlik: $d(OD) / d(OP) = 0,75$ 'dir. D karar verme biriminin etkin olabilmesi için P noktasına (16/3, 4) gelmesi gerekir.

Teşekkürler!

serpil.gumustekin@omu.edu.tr
serpil.gumustekin@stu.omu.edu.tr

